

## Cara uji ketelitian geometrik, unjuk kerja dan ketelitian mesin perkakas



## Daftar isi

<b>Daftar isi</b>	<b>i</b>
1. Ruang lingkup .....	1
2. Ketentuan umum .....	1
3. Definisi .....	1
4. Syarat kondisi pengujian .....	3
5. Uji kelurusan .....	3
6. Kesejajaran .....	7
7. Kedataran .....	13
8. Ketegak lurusan .....	15
9. Penyimpangan putar .....	20
10. Penyimpangan aksial periodik .....	23
11. Kesamaan sumbu (Coaxiality) .....	25
12. Ketelitian pembagian ( <i>accuracy of indexing</i> ) .....	28
13. Ketelitian perpindahan linier ( <i>linier displacement</i> ) komponen yang digerakkan dengan ulir .....	30





## Cara uji ketelitian geometrik unjuk kerja dan ketelitian mesin perkakas

### 1 Ruang lingkup

Standar ini merupakan ketentuan umum tentang cara uji geometrik mesin perkakas yang meliputi, ketentuan umum, definisi, syarat dan kondisi pengujian, keseluruhan (*strightness*), kesejajaran, kedataran (*flatness*) ketegaklurusan (*squareness*), penyimpangan putar (*run out*), penyimpangan aksial periodik (*periodical axial slip*), kesamaan sumbu (*coaxiality*), ketelitian pembagian (*acuracy of indexing*), ketelitian perpindahan linier (*rectilinair displacement*) dan persilangan sumbu.

### 2 Ktentuan umum

Uji geometrik dimaksudkan untuk menguji (*check*) ketelitian bentuk dan ketelitian gerak suku bagian (*part*) penting dari mesin perkakas serta ketelitian rakitan terutama yang diperkirakan berpengaruh terhadap ketelitian rakitan terutama yang diperkirakan berpengaruh terhadap ketelitian hasil kerja mesin-mesin perkakas dimaksud seperti SNI 05-3785-1995, Cara uji jalan unjuk kerja dan ketelitian mesin perkakas. Pengujian yang diterapkan pada tiap jenis mesin perkakas harus dipilih dari cara uji dalam standar ini sesuai dengan tujuan dan kegunaan mesin perkakas yang bersangkutan.

### 3 Definisi

#### 3.1

##### kelurusan

suatu garis dinyatakan lurus pada panjang yang ditetapkan bila variasi jarak dan titik-titik pada garis itu terhadap dua bidang yang tegak lurus satu sama lain dan sejajar terhadap arah utama garis, berada dibawah nilai yang ditetapkan untuk masing-masing bidang.

#### 3.2

##### kesejajaran



**3.2.1**

suatu garis dinyatakan sejajar terhadap suatu bidang bila perbedaan maksimum jarak yang diukur dari beberapa titik pada garis terhadap bidang itu tidak melebihi nilai yang ditetapkan.

**3.2.2**

dua buah garis dinyatakan sejajar bila selalu salah satu dari garis itu sejajar terhadap dua bidang yang melalui garis lainnya.

**3.2.3**

dua bidang dinyatakan sejajar bila jarak yang diukur disembarang tempat untuk panjang tertentu pada permukaan bidang, menunjukkan kesalahan maksimum yang tidak melebihi nilai yang ditetapkan.

**3.3****kedataran**

suatu permukaan pada daerah ukur tertentu dinyatakan rata, bila jarak dari titik-titik pada permukaan itu ke bidang geometrik yang sejajar dengan lintasan (*trajectory*) utama permukaan ukur, berada dibawah nilai yang ditetapkan permukaan rata itu dikatakan datar bila permukaannya horizontal.

**3.4****ketegak lurusan**

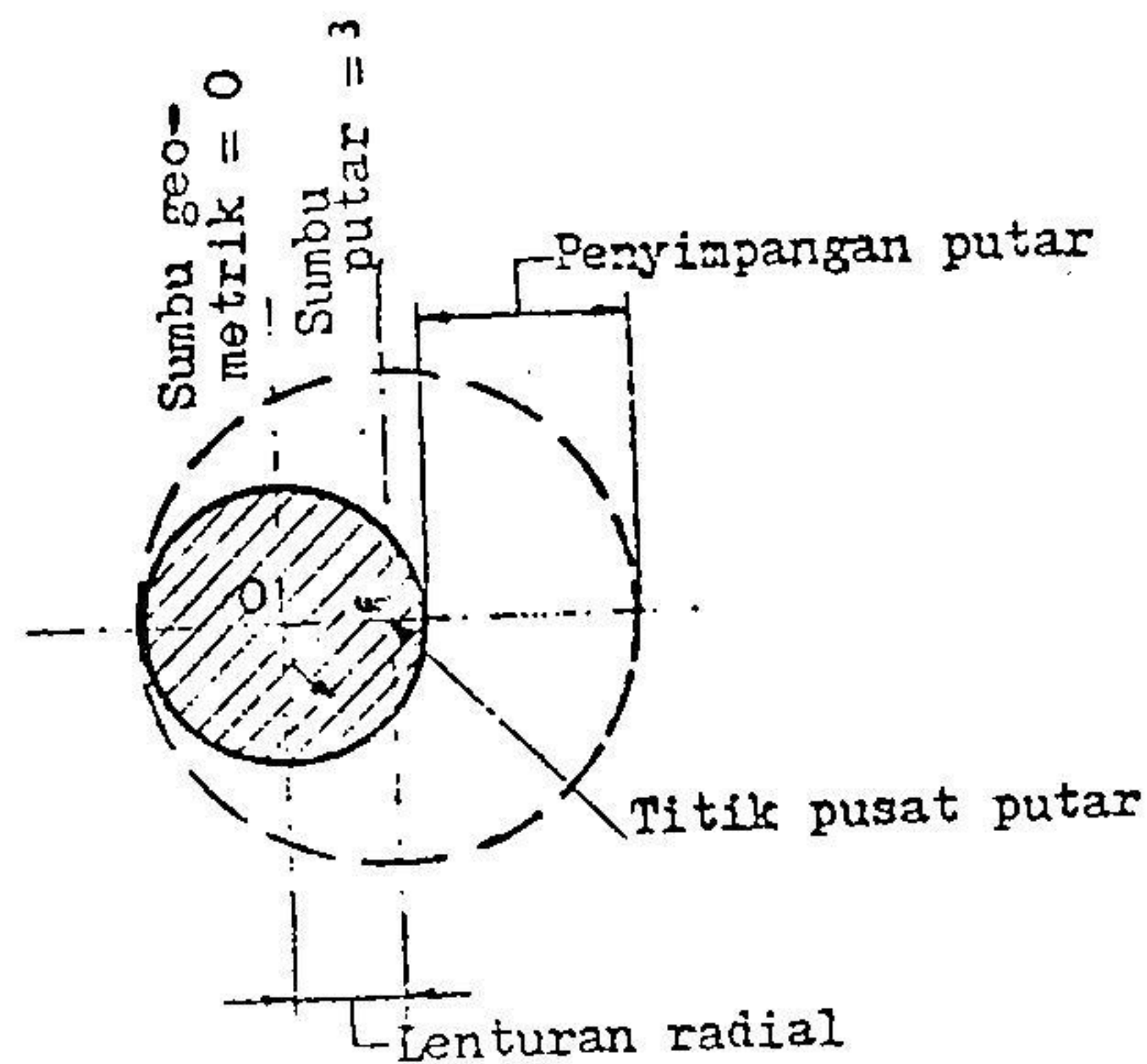
dua bidang, dua garis lurus atau suatu garis lurus dan bidang dinyatakan tegak lurus satu sama lain bila kesalahan kesejajaran garis atau bidang terhadap penyiku (*standard square*) yang terletak pada garis atau bidang lainnya tidak melebihi nilai yang ditentukan.

**3.5****penyimpangan putar**

penyimpangan putar (*run-out*) suatu bagian yang berputar ialah penyimpangan yang disebabkan oleh adanya perpindahan letak titik pusat putar dari titik pusat geometrik bagian itu (lihat Gambar 1)







**Gambar 1 Penyimpangan putar**

Penyimpangan putar terdiri dari tiga komponen, yaitu :

- Lenturan radial (*radial throw*) poros
- Ketidak bundaran penampang bagian
- Kesalahan pada bantalan (*bearing*)

### 3.6

#### penyimpangan aksial

penyimpangan aksial gerak aksial dari satu titik yang ditetapkan pada poros dalam keadaan berputar.

### 3.7

#### kesamaan sumbu (*Coaxiality*)

kesamaan sumbu ialah keadaan dari dua bagian silinder pada poros yang sama dan sumbu-sumbunya berimpit.



### 3.8

#### **persilangan sumbu**

persilangan sumbu ialah jarak terpendek dari sumbu dua poros yang tidak sejajar tetapi terletak pada dua bidang yang sejajar.

## **4 Syarat kondisi penguji**

**4.1** Uji geometrik dilakukan pada mesin perkakas yang telah lulus uji jalan SNI 05-3785-1995 dan dalam keadaan terpasang tetap, seperti ketika uji jalan dilakukan.

**4.2** Uji geometrik dilakukan pada mesin perkakas tanpa beban dalam keadaan jalan atau tidak jalan.

**4.3** Sebelum uji geometrik dilakukan, mesin perkakas harus dijalankan dahulu sampai mendekati kondisi kerja sebenarnya.

**4.4** Alat ukur yang digunakan tertera pada lampiran


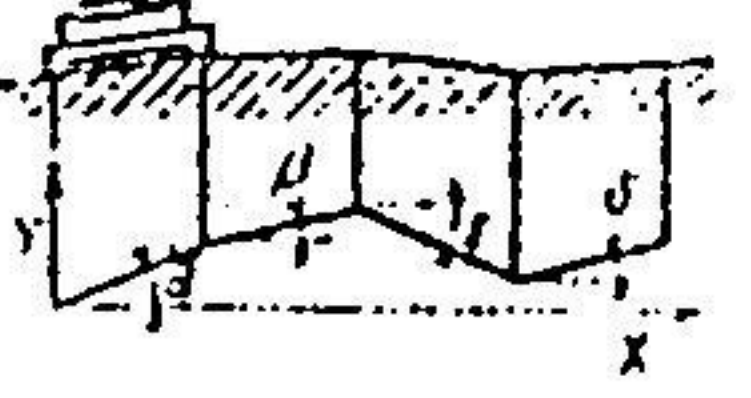

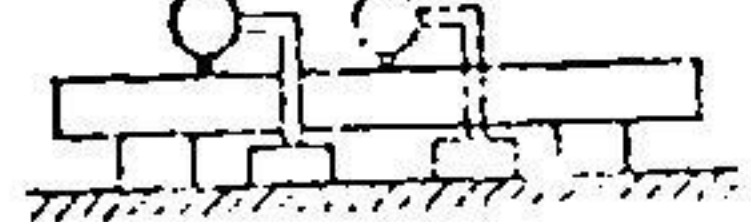
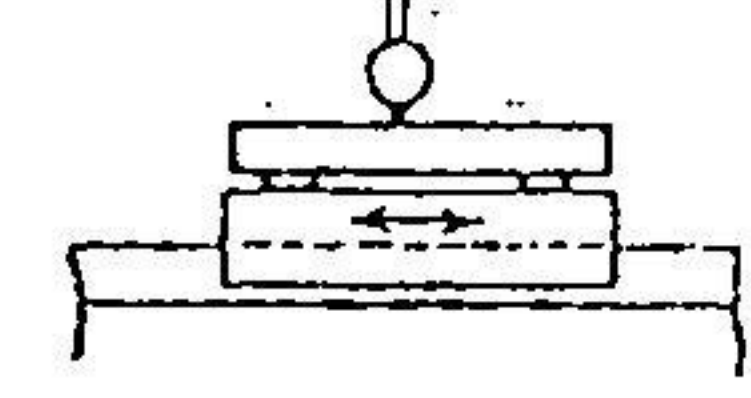
## **5 Uji kelurusan**

Hasil pengujian ditunjukkan oleh selisih maksimum jarak-jarak antara garis yang diuji terhadap garis acuan (*reference line*) atau sudut tangen garis yang diuji terhadap garis acuan. Jarak diukur pada arah normal terhadap garis acuan. Metoda pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1.



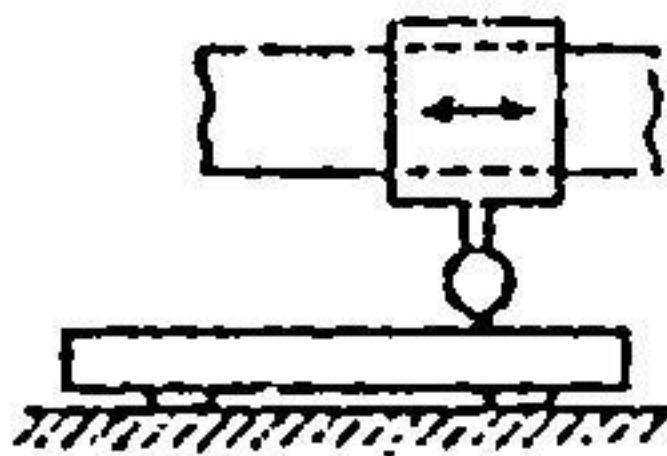
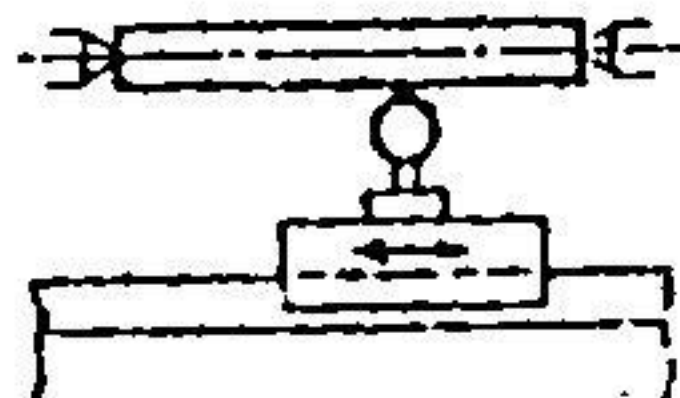
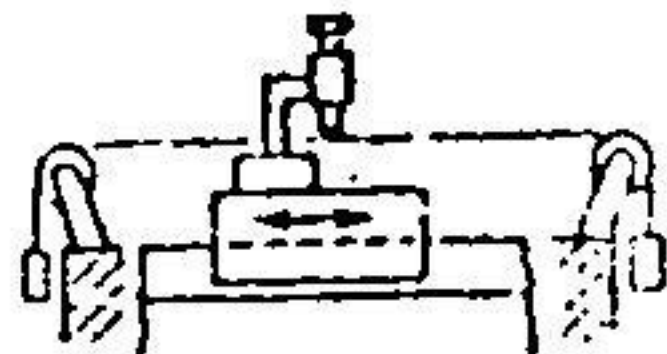
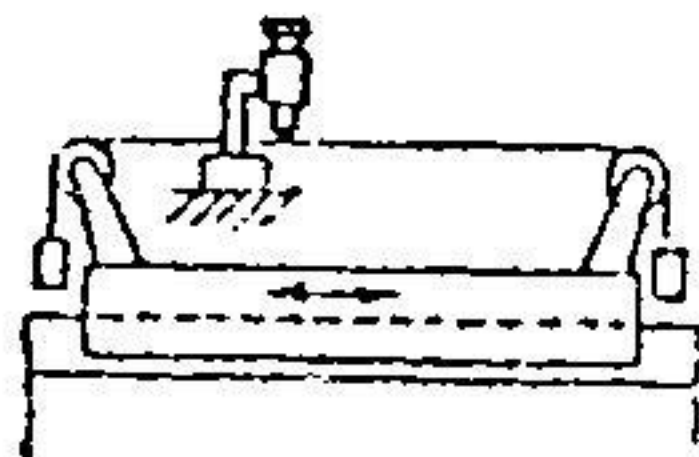


Tabel 1 Uji kelurusan

Obyek yang diuji		Alat ukur	Metoda pengukuran	Gambar	Contoh khusus penerapan
1	2	3	4	5	6
Kelurusan bentuk komponen	6 – 11	Pendatar presisi atau autocollimator	Tentukan garis atau batang horizontal sebagai acuan. Ukur selisih jarak maksimum pada beberapa titik.		Lintasan lurus pada meja mesin bubut, mesin sekrap meja planing machine gear hobbing machine horizontal boring machine.
			Bila diperlukan, untuk mengetahui bentuk permukaan secara tepat, dapat dilakukan pengukuran berantai	 	
	6 – 12	Batang pelurus ( <i>straight edge</i> ) dan jam ukur	Gunakan batang pelurus sebagai garis acuan. Ukur selisih jarak maksimum terhadap mistar pelurus.		Permukaan meja mesin gerak horizontal
	6 – 21	Batang pelurus (dipasang pada bagian yang bergerak) dan jam ukur	Gunakan batang pelurus sebagai garis acuan. Tentukan selisih ukuran maksimum yang dibaca sepanjang gerakan.		Gerak meja mesin sekrap meja horizontal boring machine, mesin gerinda datar




Tabel 1 Lanjutan

1	2	3	4	5	6
Kelurusan gerakan	6 – 22	Batang pelurus dan jam ukur (dipasang pada bagian yang bergerak)	Gunakan batang pelurus sebagai garis acuan. Baca selisih maksimum ukuran pada panjang yang ditetapkan.		Gerakan tempat perkakas potong pada mesin ketam meja atau horizontal boring machine
	6 – 23	Mandrel uji dan jam ukur (dipasang pada bagian yang bergerak)	Gunakan mandrel sebagai garis acuan. Baca selisih maksimum hasil ukur pada panjang yang ditetapkan		Lintasan lurus badan mesin bubut.
	6 – 24	Kawat baja dan mikroskop (terpasang pada bagian yang bergerak)	Gunakan kawat yang menghubungkan dua titik terjauh sebagai garis acuan. Baca selisih maksimum hasil ukur pada panjang yang ditetapkan		Gerakan meja sadel (carriage) mesin bubut, mesin ketam meja atau horizontal boring machine
	6 – 25	Kawat baja (terpasang pada bagian yang bergerak dan mikroskop)	Gunakan kawat yang menghubungkan dua titik terjauh. Baca selisih maksimum hasil ukur pada jarak yang ditetapkan		Gerakan meja mesin gerinda silindrik





Tabel 1 Lanjutan

1	2	3	4	5	6
	6 – 26	Pendatar (terpasang pada bagian yang bergerak)	Gunakan garis horizontal sebagai acuan. Baca selisih maksimum hasil ukur pada panjang yang ditetapkan.		Gerakan meja horizontal, mesin, mesin ketam, mesin gerinda datar atau gear hobbing machine



## 6 Kesejajaran

**6.1** Kesejajaran antara dua garis ditunjukkan oleh variasi jarak antara garis yang diukur dengan garis acuan atau variasi sudut tangen pada titik garis yang diukur dan titik yang bersesuaian pada garis acuan. Jarak diukur pada arah normal terhadap garis acuan.

**6.2** Kesejajaran antara garis dan bidang ditunjukkan oleh variasi jarak dari garis ke bidang tersebut. Jarak diukur pada arah normal terhadap bidang acuan.

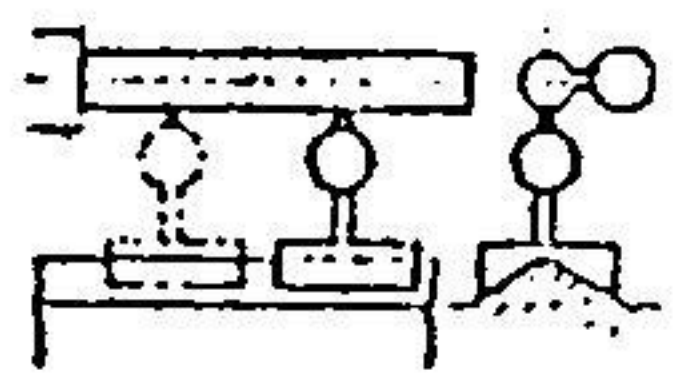
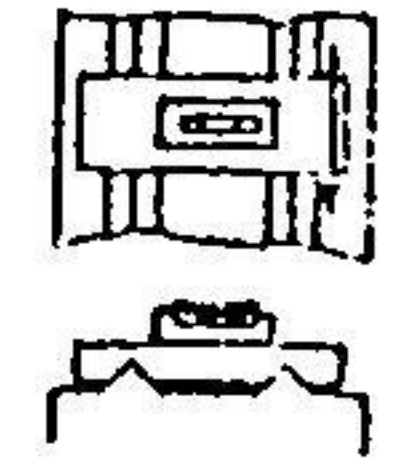
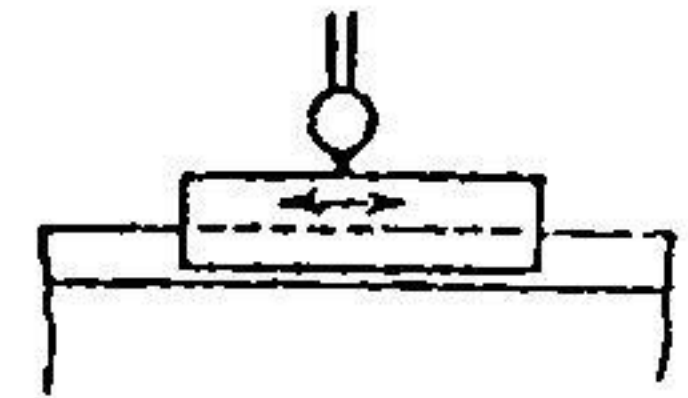
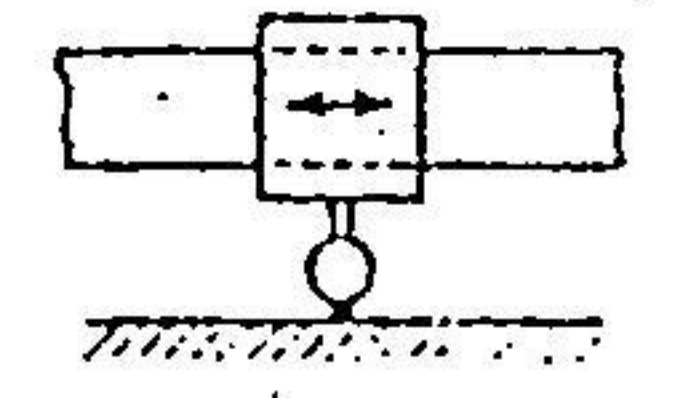
**6.3** Kesejajaran antara dua bidang ditunjukkan oleh variasi jarak dari bidang yang diukur ke bidang acuan. Jarak diukur pada arah normal terhadap bidang acuan.

Metoda pengukuran dapat dilihat pada tabel 2.



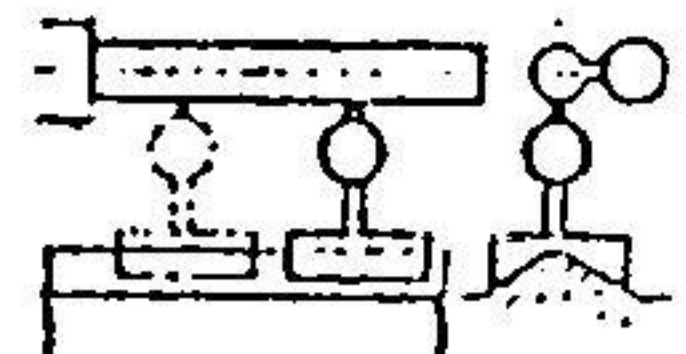
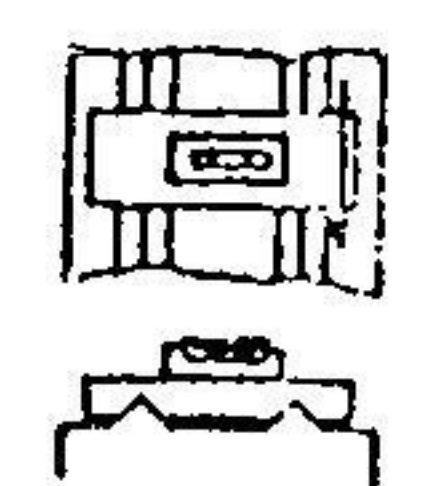
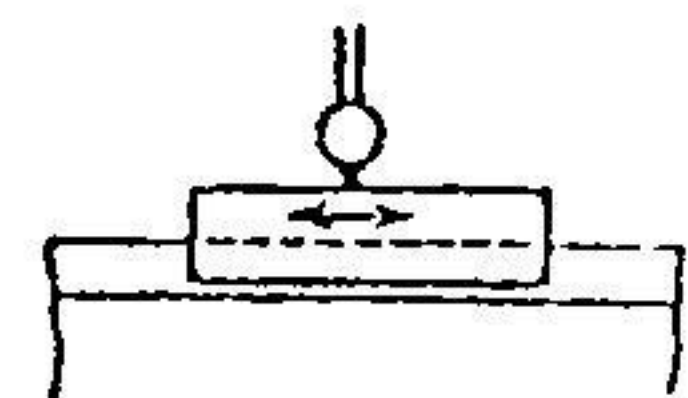
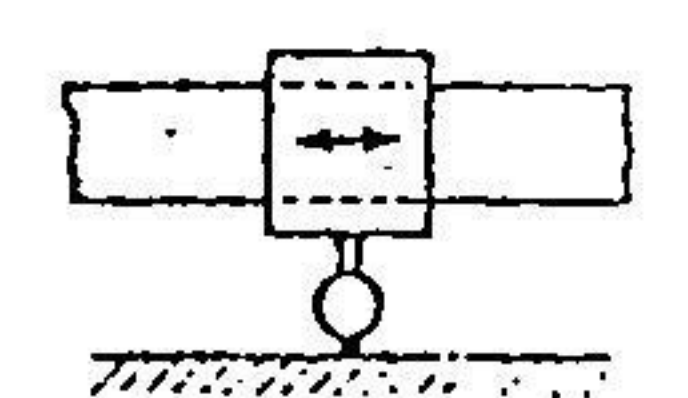


Tabel 2 Lanjutan

1	2	3	4	5	6	7
Kesejajaran bentuk komponen mesin	Kesejajaran garis lintasan dengan garis sumbu	7 – 31	Mandrel uji dan jam ukur (terpasang pada sebuah balok)	Ukur keadaan pada panjang yang ditetapkan dan baca selisih maksimum hasil ukur		Spindel mesin fris atau mesin bubut. Dudukan arbor gear hobbing machine
	Kesejajaran dua garis lurus dari dua lintasan	7 – 41	Pendatar (terpasang pada balok)	Ukur keadaan pada beberapa tempat dan baca selisih maksimum hasil ukur		Lintasan lurus pada badan mesin bubut, mesin ketam meja gear hobbing mesin atau horizontal boring machine
Kesejajaran gerakan	Kesejajaran gerakan dengan batang	7 – 51	Jam ukur (terpasang tetap)	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur pada panjang yang ditetapkan		Gerakan meja mesin fris, mesin gundi vertikal atau mesin gerinda datar
		7 – 52	Jam ukur (terpasang pada bagian yang bergerak)	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur pada panjang yang ditetapkan		Gerakan aksial spindel mesin boring horizontal



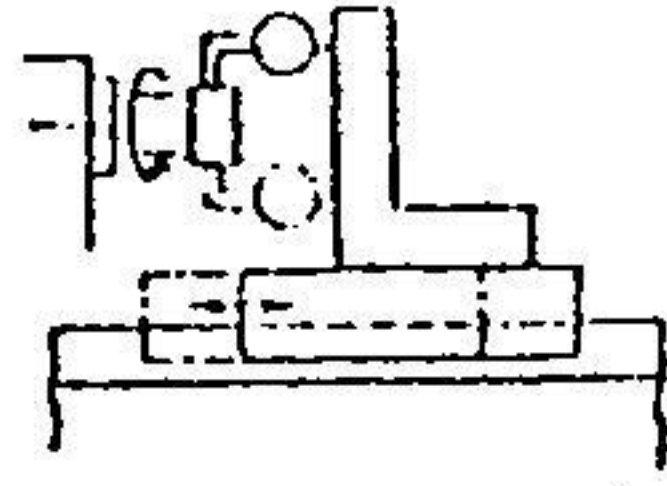
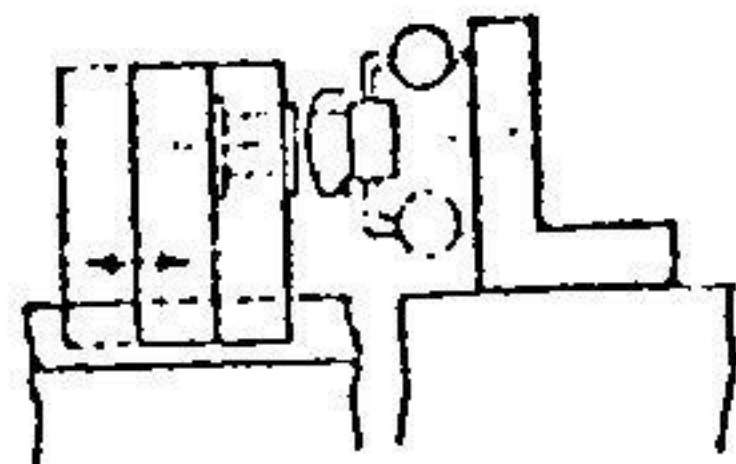
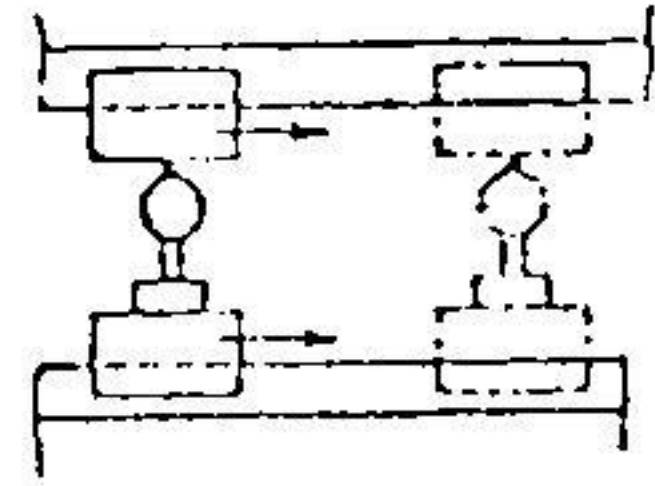
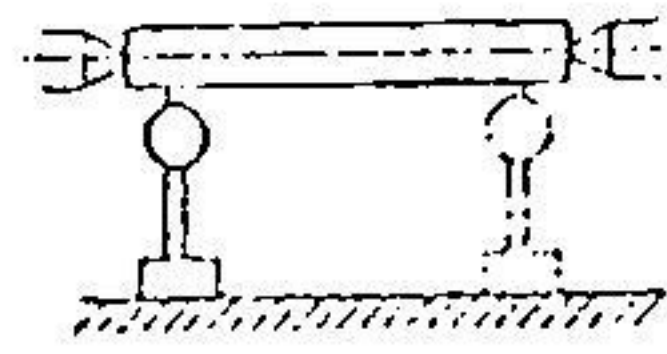
Tabel 2 Lanjutan

1	2	3	4	5	6	7
Kesejajaran bentuk komponen mesin	Kesejajaran garis lintasan dengan garis sumbu	7 – 31	Mandrel uji dan jam ukur (terpasang pada sebuah balok)	Ukur keadaan pada panjang yang ditetapkan dan baca selisih maksimum hasil ukur		Spindel mesin fris atau mesin bubut. Dudukan arbor gear hobbing machine
	Kesejajaran dua garis lurus dari dua lintasan	7 – 41	Pendatar (terpasang pada balok)	Ukur keadaan pada beberapa tempat dan baca selisih maksimum hasil ukur		Lintasan lurus pada badan mesin bubut, mesin ketam meja gear hobbing mesin atau horizontal boring machine
Kesejajaran gerakan	Kesejajaran gerakan dengan batang	7 – 51	Jam ukur (terpasang tetap)	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur pada panjang yang ditetapkan		Gerakan meja mesin fris, mesin gudi vertikal atau mesin gerinda datar
		7 – 52	Jam ukur (terpasang pada bagian yang bergerak)	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur pada panjang yang ditetapkan		Gerakan aksial spindel mesin boring horizontal



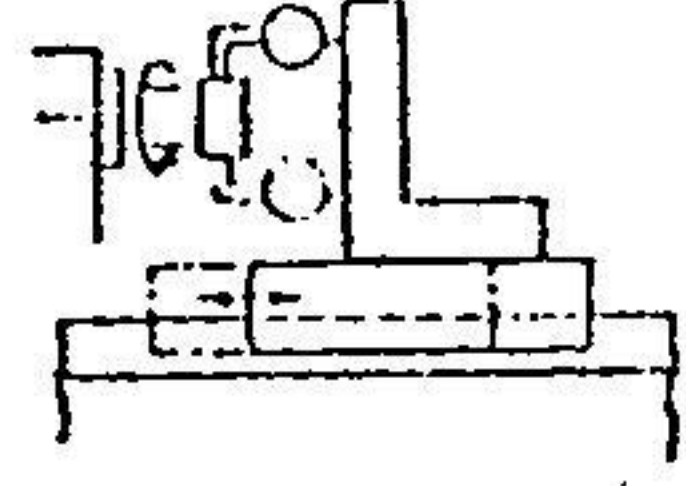
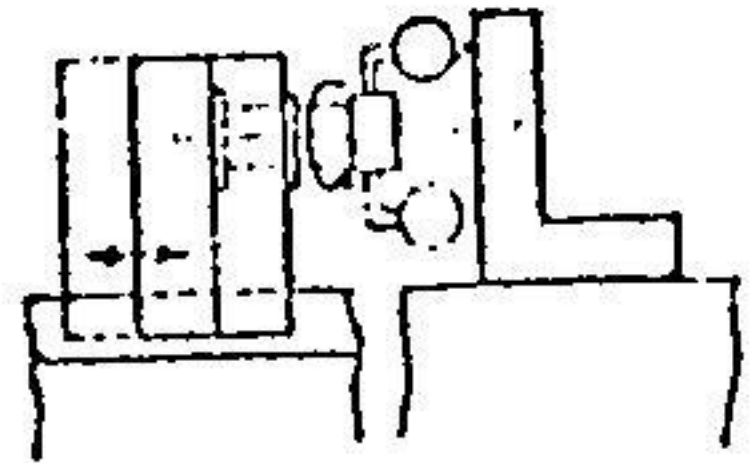
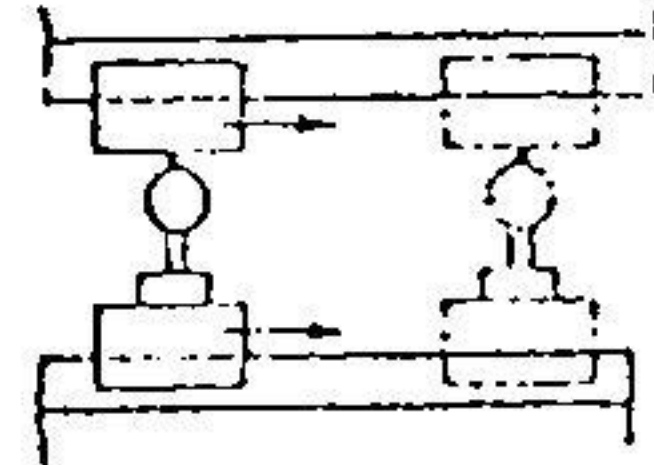
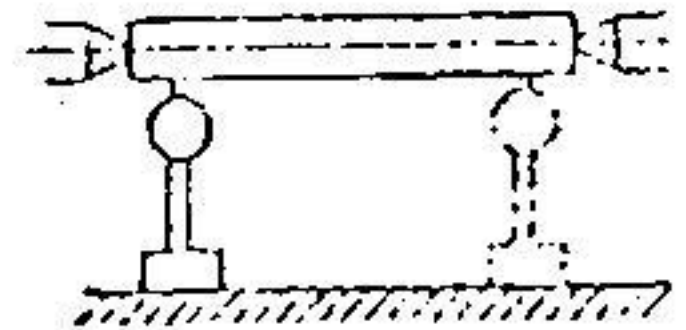


Tabel 2 Lanjutan

1	2	3	4	5	6	7
Kesejajaran gerakan	Kesejajaran gerakan terhadap gerakan garis sumbu	7 – 63	Penyiku (angle plate) (terpasang pada bagian yang bergerak) dan jam ukur	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur pada panjang yang ditetapkan		Permukaan meja mesin gerinda datar
		7 – 64	Penyiku (angle plate) dan jam ukur (terpasang pada bagian yang bergerak)	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur pada panjang yang ditetapkan		Permukaan meja mesin gerinda datar
	Kesejajaran dua gerakan	7 – 71	Jam ukur terpasang pada bagian yang bergerak	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur pada panjang yang ditetapkan		Kesejajaran gerakan meja sadel dan garis sumbu kepala lepas mesin bubut
Kesamaan jarak antara dua garis sumbu atau lebih atau antara garis sumbu yang tetap dengan batang acuan		7 – 81	Jam ukur dan madrel uji	Ukur perbedaan jarak dari batang acuan		Spindel mesin bubut, mesin gerinda silindrik horizontal boring machine



Tabel 2 Lanjutan

1	2	3	4	5	6	7
Kesejajaran gerakan	Kesejajaran gerakan terhadap gerakan garis sumbu	7 – 63	Penyiku (angle plate) (terpasang pada bagian yang bergerak) dan jam ukur	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur pada panjang yang ditetapkan		Permukaan meja mesin gerinda datar
		7 – 64	Penyiku (angle plate) dan jam ukur (terpasang pada bagian yang bergerak)	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur pada panjang yang ditetapkan		Permukaan meja mesin gerinda datar
	Kesejajaran dua gerakan	7 – 71	Jam ukur terpasang pada bagian yang bergerak	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur pada panjang yang ditetapkan		Kesejajaran gerakan meja sadel dan garis sumbu kepala lepas mesin bubut
Kesamaan jarak antara dua garis sumbu atau lebih atau antara garis sumbu yang tetap dengan batang acuan		7 – 81	Jam ukur dan madrel uji	Ukur perbedaan jarak dari batang acuan		Spindel mesin bubut, mesin gerinda silindrik horizontal boring machine





## 7 Kedataran

Kedataran ditunjukkan oleh kelurusan dua bidang yang tegak lurus satu sama lain. Metoda pengukuran dapat dilihat pada Tabel 3



## 7 Kedataran

Kedataran ditunjukkan oleh kelurusan dua bidang yang tegak lurus satu sama lain. Metoda pengukuran dapat dilihat pada Tabel 3



## 8 Ketegak lurusan

8.1 Ketegak lurusan dari dua garis dapat ditunjukkan oleh kesejajaran salah satu garis itu dengan garis ketiga yang tegak lurus pada garis lainnya

8.2 Ketegak lurusan antara garis dan bidang dapat ditunjukkan dengan dua cara ialah :

8.2.1 Kesejajaran bidang itu dengan bidang acuan yang tegak lurus terhadap garis

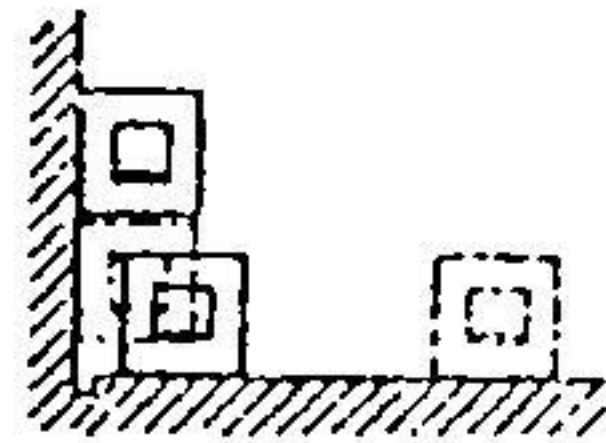
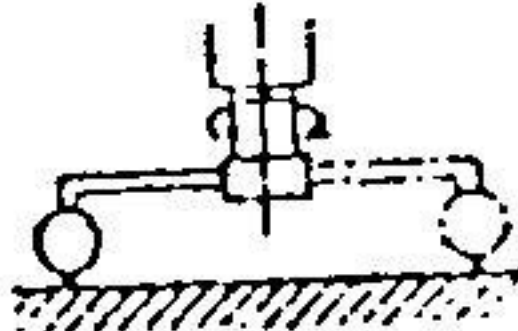
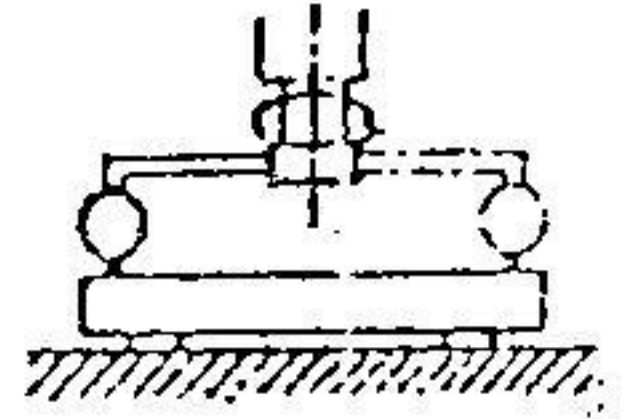
8.2.2 Kesejajaran garis itu dengan garis acuan yang tegak lurus terhadap bidang

8.3 Ketegak lurusan antara dua bidang dapat ditunjukkan oleh kesejajaran salah satu bidang itu dengan garis acuan yang tegak lurus terhadap bidang lainnya.

Metoda pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4



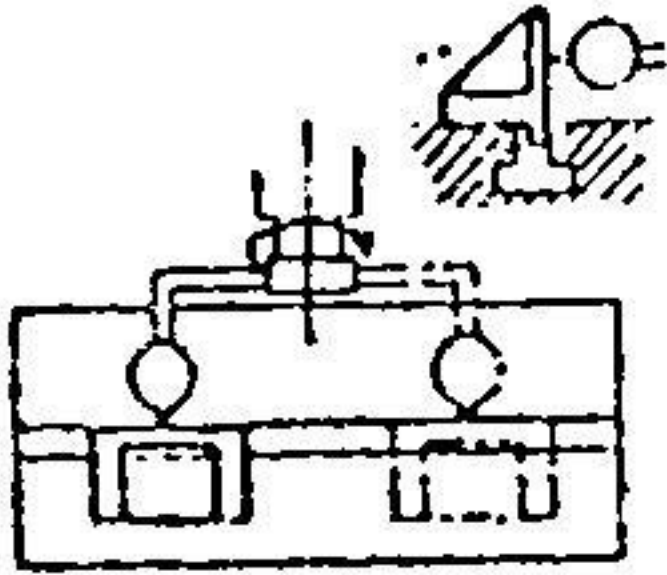
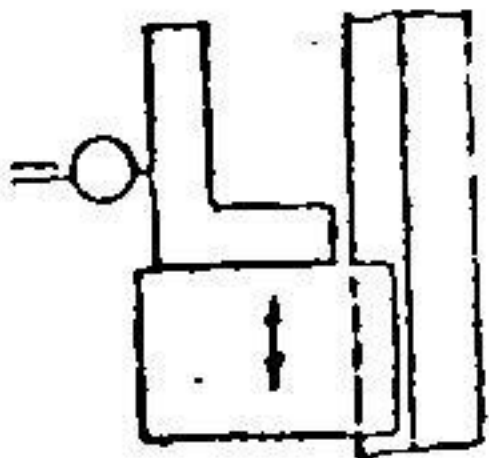
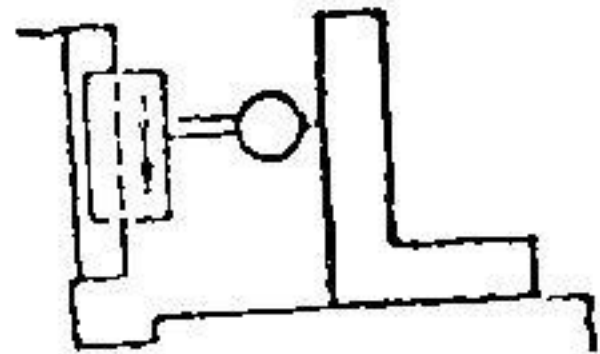
Tabel 4 Metoda pengukuran ketegak iurusan

Obyek yang diuji		No.	Alat ukur	Metoda pengukuran	Gambar	Contoh khusus penerapan
1	2	3	4	5	6	7
Ketegak lurusan suku bagian mesin	Ketegak lurusan dua batang	9 – 11	Pendatar siku presisi	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur yang dilakukan pada beberapa tempat		Batang atas dan batang samping meja mesin sekrup. Kolom dan permukaan meja dasar mesin gurdi
	Ketegak lurusan garis sumbu dengan bidang	9 – 21	Jam ukur	Ukur dan baca selisih hasil ukur pada setiap posisi 180°		Garis sumbu spindel dan permukaan meja mesin fris universal, mesin gurdi vertikal atau mesin gerinda datar. (spindel vertikal dengan meja putar)
		9 – 22	Jam ukur dan mistar pelurus	Ukur dan baca selisih hasil ukur pada setiap posisi 180°		Garis sumbu spindel dan permukaan meja mesin gurdi radial. Permukaan pelatudukan dan sumbu spindel mesin bubut otomatis spindel tunggal (single spindel automatic lathe)



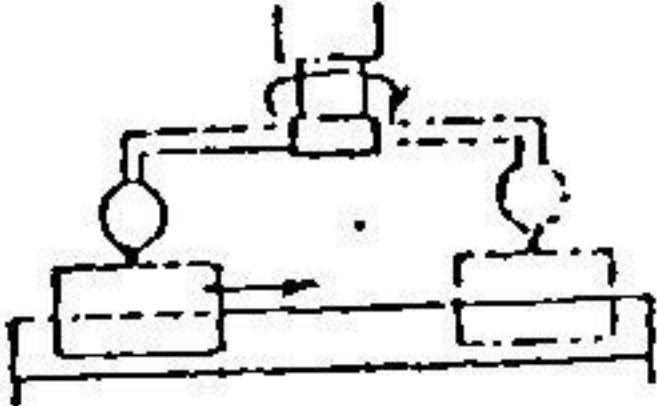
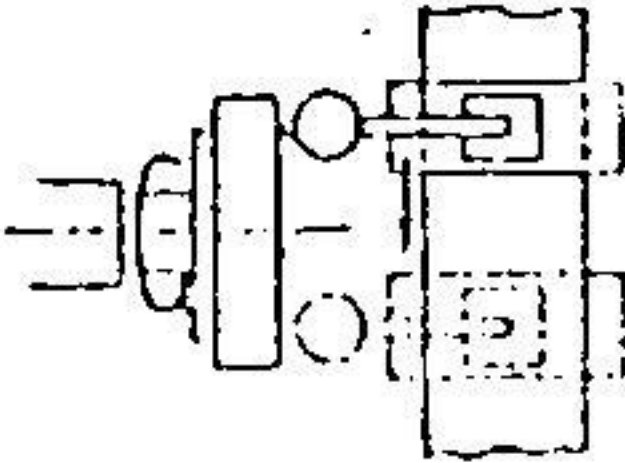
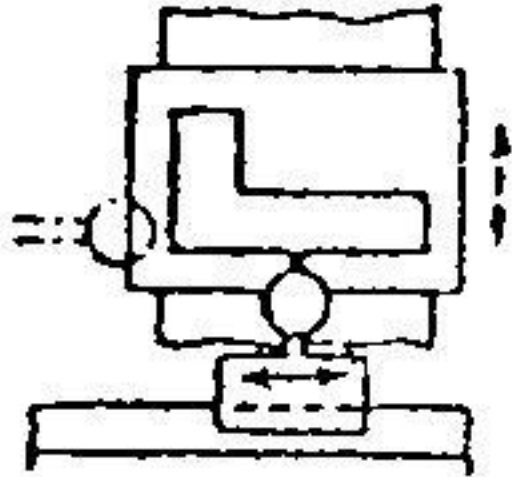


Tabel 4 Lanjutan

1	2	3	4	5	6	7
Ketegak lurusan gerakan		9 – 23	Jam ukur dan balok siku	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur pada setiap posisi 180°		Alur-T pada meja dan sumbu spindel mesin fris universal atau horizontal boring machine
	Ketegak lurusan gerakan terhadap batang	9 – 31	Penyiku atau balok siku (terpasang pada bagian yang bergerak) dan jam ukur (pada bagian diam)	Baca selisih maksimum hasil ukur pada jarak gerakan yang ditetapkan		Permukaan meja terhadap gerakan vertikal meja mesin fris universal.
	Ketegak lurusan gerakan terhadap batang	9 – 32	Penyiku atau balok siku dan jam ukur (terpasang pada bagian yang bergerak)	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur pada jarak gerakan yang ditetapkan		Gerakan vertikal spindel dan permukaan meja mesin fris, mesin ketam meja, horizontal boring machine.

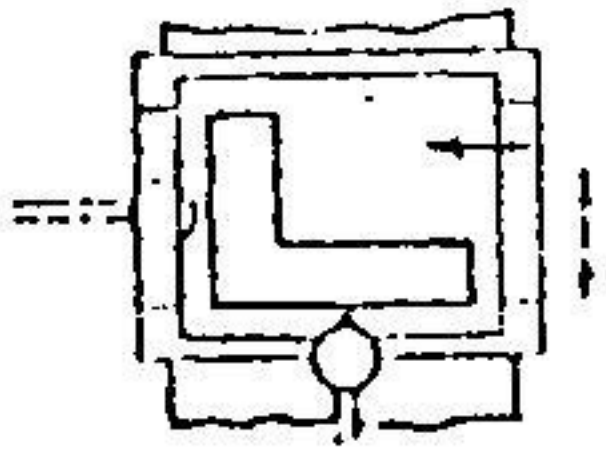


Tabel 4 Lanjutan

1	2	3	4	5	6	7
	Ketegak lurus gerakan terhadap garis sumbu	9 – 41	Balok siku (terpasang pada bagian yang bergerak) dan jam ukur	Ukur dan baca selisih hasil ukur pada setiap posisi 180°		Garis acuan Alur-T meja dan garis sumbu spindel horizontal boring machine
		9 – 42	Pelat muka atau pelat pembawa dan jam ukur (terpasang pada bagian yang bergerak)	Ukur dan baca selisih hasil ukur pada setiap posisi 180°		Gerakan meja lintang dengan sumbu spindel mesin bubut standar dan turet. Gerakan dudukan geser roda gerinda dan sumbu mesin gerinda tanpa senter
Ketegak lurus gerakan	Ketegak lurus dua gerakan	9 - 51	Balok siku dan sebuah jam ukur (masing-masing terpasang pada bagian yang bergerak) dan sebuah jam ukur terpasang tetap	Ukur dan baca selisih maksimum ukur pada jarak gerakan yang ditetapkan		Gerakan meja dan gerakan lintang kepala roda gerinda mesin gerinda



Tabel 4 Lanjutan

1	2	3	4	5	6	7
		9 – 52	Penyiku (terpasang pada bagian yang bergerak) dan jam ukur (tetap)	Ukur dan baca selisih maksimum, ukur pada jarak gerakan yang ditetapkan		Gerakan vertikal dan memanjang pada mesin gerinda datar dan mesin tusuk. (slotting machine)



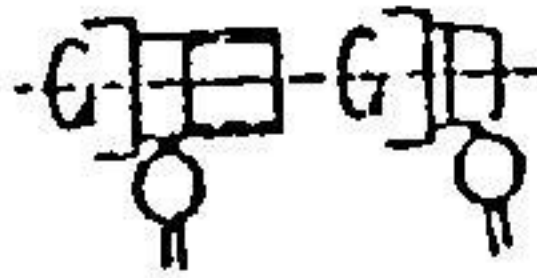




## 9 Penyimpangan putar

Penyimpangan putar ditunjukkan oleh penyimpangan radial sumbu putar dari sumbu benda uji pada waktu spindel diputar perlahan-lahan beberapa putaran. Dalam penyimpangan putar ini termasuk kesalahan karena ketidak bulatan benda uji. Metoda pengukuran dapat dilihat pada Tabel 5.



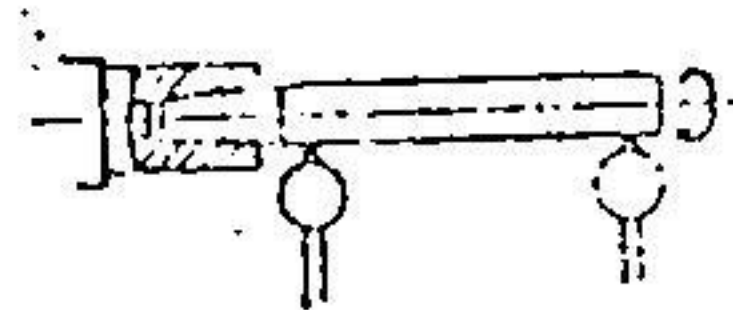
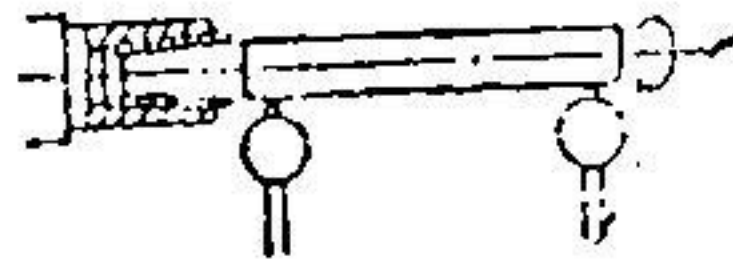
Tabel 5 Metoda pengukuran penyimpangan putar

Obyek yang diuji		No.	Alat ukur	Metoda pengukuran	Gambar	Contoh khusus penerapan
1	2	3	4	5	6	7
Penyimpangan putar permukaan luar	Penyimpangan putar permukaan luar suku bagian mesin	10 - 11	Jam ukur (terpasang tetap)	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur pada waktu berputar		Spindel mesin bubut, mesin gerinda atau horizontal boring machine
	Penyimpangan putar permukaan luar bagian penyambung pada spindel	10 - 21	Jam ukur (terpasang tetap)	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur pada waktu berputar		Senter mesin bubut atau mesin gerinda
Penyimpangan putar permukaan dalam	Penyimpangan putar permukaan dalam suku bagian mesin	10 - 31	Jam ukur (terpasang tetap)	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur pada waktu berputar		Lubangudukan collet mesin bubut turet. Lubang spindel mesin bubut otomatis multi spindel





Tabel 5 Lanjutan

1	2	3	4	5	6	7
		10 – 32	Mandrel uji dan jam ukur (terpasang tetap)	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur pada waktu berputar		Lubang spindel mesin bubut, mesin fris, mesin gurdi radial atau mesin gerinda
	Penyimpangan putar permukaan dalam	10 – 41	Mandrel uji dan jam ukur (terpasang tetap)	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur pada waktu berputar		Cekam collet (collet chuc) mesin bubut turet atau mesin bubut otomatis spindel tunggal





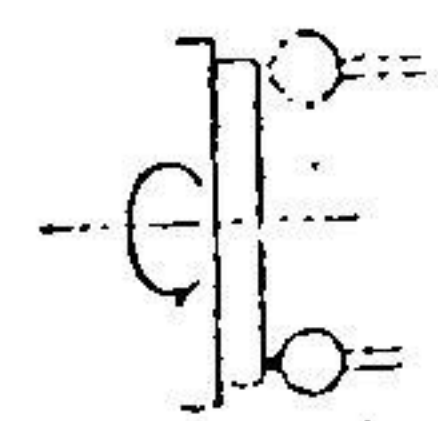
## 10 Penyimpangan aksial periodik

Penyimpangan aksial periodik ditunjukkan oleh penyimpangan maksimum pada arah aksial dari satu titik pada proses yang diputar lambat. Untuk mengurangi pengaruh kelonggaran pada bantalan leher pendukung, sebaiknya proses ditekan dengan gaya tertentu pada arah aksial bantalan leher ketika pengukuran dilakukan. Perlu diingat bahwa pada waktu mengukur permukaan ujung poros, hasil ukur akan mencakup ketidak rataan permukaan.

Metoda pengukuran dapat dilihat pada Tabel 6



Tabel 6 Metoda pengukuran penyimpangan aksial periodik

Obyek yang diuji	No.	Alat ukur	Metoda pengujian	Gambar	Contoh khusus penerapan
1	2	3	4	5	6
Penyimpangan aksial periodik dari suku bagian mesin yang berputar	11 – 11	Mandrel uji dan jam ukur (terpasang tetap)	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur pada waktu berputar		Spindel perkakas potong gear hobbing machine
	11 – 12	Mandrel uji bola baja dan jam ukur (terpasang tetap)	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur pada waktu berputar		Ulir penggerak mesin bubut standar atau mesin bubut turet, spindel mesin gerinda dan spindel horizontal boring machine
Gejala oleng (camming) dari permukaan datar yang berputar pada garis sumbu	11 – 21	Jam ukur (terpasang tetap)	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur pada waktu berputar. Ambil hasil ukur terbesar pada dua posisi yang bersebrangan ( $180^\circ$ ) sebagai toleransi		Batang muka spindel mesin bubut standar, mesin fris atau horizontal boring machine, permukaan meja mesin gundi vertikal atau gir hobbing machine





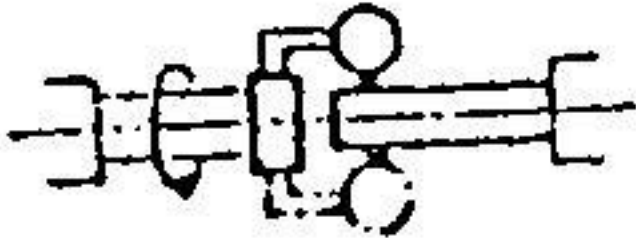
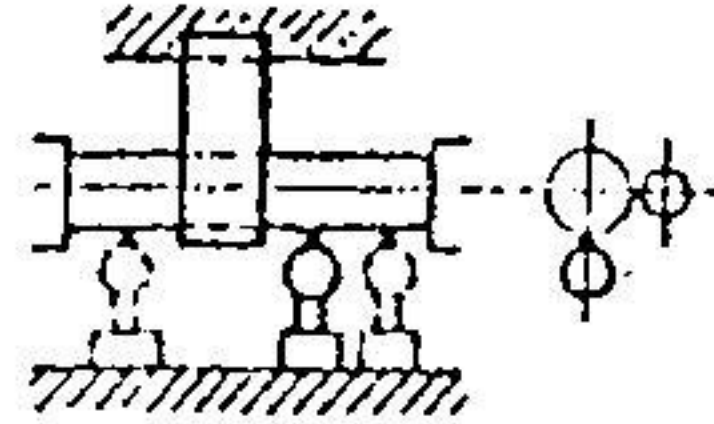
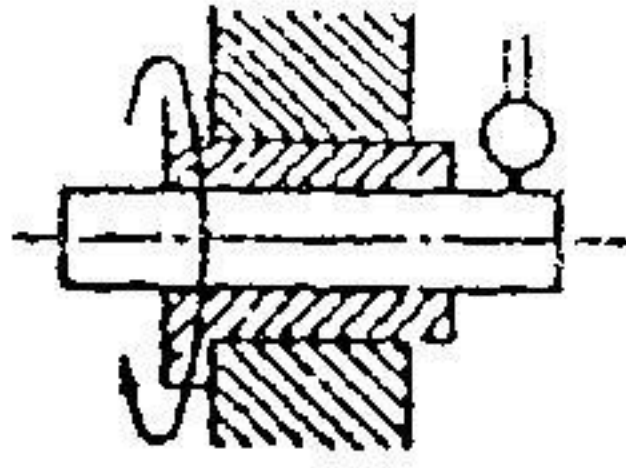
## 11 Kesamaan sumbu (COAXIALITY)

Kesamaan sumbu ditunjukkan oleh jarak titik pusat dua lingkaran yang diproyeksikan pada bidang yang memotong tegak lurus garis sumbu.

Metoda pengujian dapat dilihat pada Tabel 7



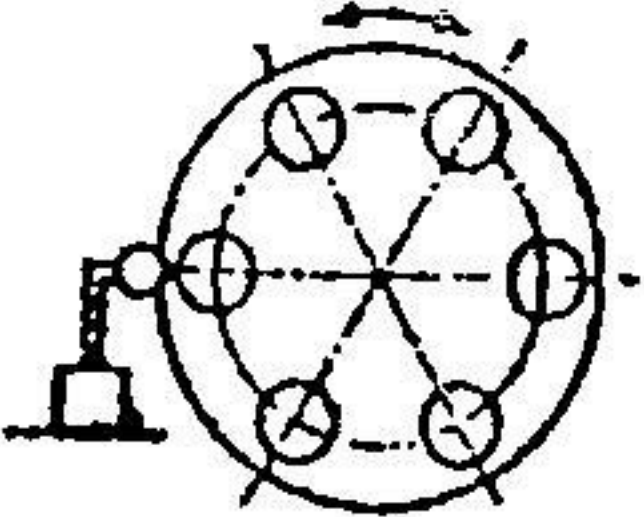
Tabel 7 Metoda pengujian kesamaan sumbu

Obyek yang diuji	No.	Alat ukur	Metoda pengukuran	Gambar	Contoh khusus penerapan
1	2	3	4	5	6
Kesegarisan sumbu (alignment) dari dua bagian silinder	12 – 11	Jam ukur dan mandrel uji	Jam ukur diputar sekeliling sumbu silinder. Penyimpangan adalah $\frac{1}{2}$ selisih maksimum hasil ukur		Antara pendukung (suport) arbor dan spindel mesin fris universal. Antara lubang dudukan perkakas potong dan spindel mesin bubut turet, Antara sumbu putar meja dan sumbu suport benda kerja gear hobbing machine
	12 – 12	Jam ukur	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur dari posisi bebas terbatas bila kedua sumbu harus bersatu		Garis sumbu bantalan ulir penggerak dan mur belah mesin bubut standar
Kesamaan sumbu silinder luar dan dalam	12 - 21	Madrel uji dan jam ukur (terpasang tetap)	Penyimpangan ialah $\frac{1}{2}$ selisih maksimum hasil ukur pada waktu diputar		Bos ((bushing) pengarah mesin bubut otomatis spindel tunggal tipe kepala bergerak. Antara lubang spindel horizontal boring machine





Tabel 7 Lanjutan

1	2	3	4	5	6
Kesamaan jarak (equidistance) dari titik pusat putaran	12 – 31	Jam ukur	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur jarak antara sumbu tiap spindel		Antara sumbu spindel-spindel dan sumbu carrier mesin bubut otomatis multi spinder



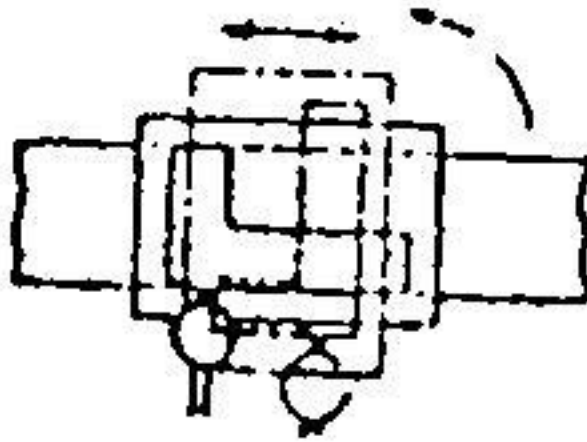
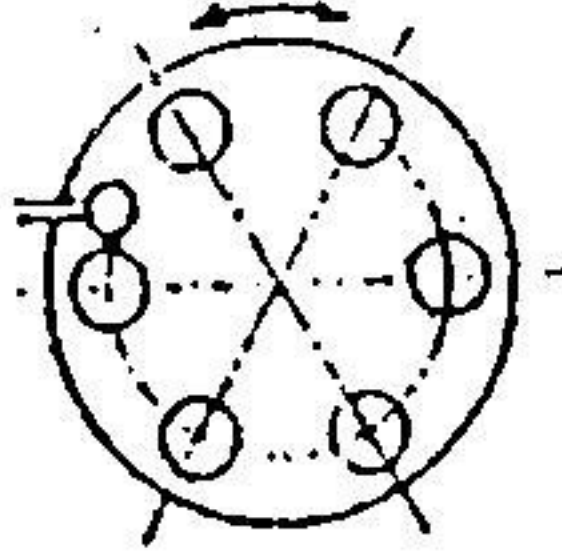
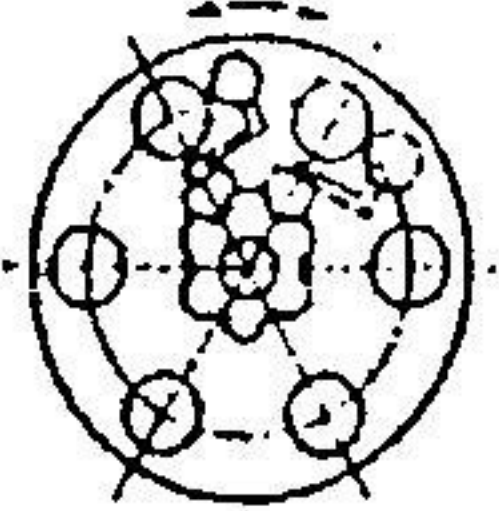
## 12 Ketelitian pembagian (*accuracy of indexing*)

Ketelitian pembagian ditunjukkan oleh penyimpangan individual dan penyimpangan kumulatif. Penyimpangan individual ialah perbedaan sudut nyata dan sudut geometrik pembagian, dinyatakan dalam sudut atau panjang busur. Penyimpangan kumulatif ialah selisih antara jumlah pembagian nyata dan pembagian geometrik pada interval yang ditetapkan diukur dalam sudut atau panjang busur.

Metoda pengukuran dapat dilihat pada Tabel 8



Tabel 8 Metoda pengukuran ketelitian pembagian

Obyek yang diuji	No.	Alat ukur	Metoda pengukuran	Gambar	Contoh khusus penerapan
1	2	3	4	5	6
Penyimpangan kumulatif	13 – 11	Penyiku dan jam ukur (terpasang tetap)	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur yang diambil pada empat tempat		Pembagian meja putar horizontal boring machine tipe meja
	13 – 12	Jam ukur	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur pada tiap spindel		Pembagian carrier dari mesin otomatis multi spindel
	13 – 13	Jam ukur	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur pada tiap spindel		Sumbu spindel-spindel terhadap carriage perkakas potong pada mesin otomatis multi spindel



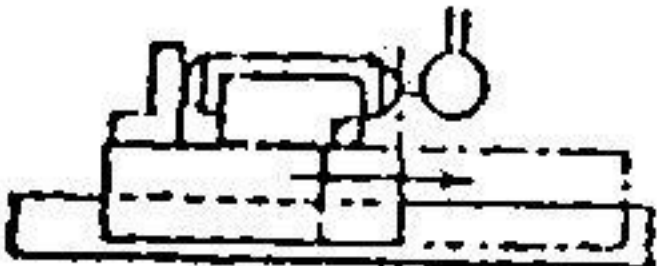


### 13 Ketelitian perpindahan linier (*linier displacement*) komponen yang digerakkan dengan ulir

Ketelitian perpindahan bagian mesin yang digerakkan dengan ulir ditunjukkan oleh selisih antara jarak arah aksial dua titik pada helicoid atau panjang jarak yang terjadi pada bagian mesin akibat gerakan ulir dengan jarak geometrik. Metoda pengukuran dapat dilihat pada Tabel 9.



**Tabel 9 Metoda pengukuran ketelitian perpindahan linier yang digerakkan dengan ulir**

Obyek yang diuji	No.	Alat ukur	Metoda pengukuran	Gambar	Contoh khusus penerapan
Penyimpangan kumulatif	14 – 11	Angle decker dan jam ukur (terpasang tetap)	Ukur dan baca selisih maksimum hasil ukur sepanjang jarak yang ditetapkan		Ulir penggerak pada mesin bubut standar atau mesin bubut turet



#### 14 Persilangan sumbu

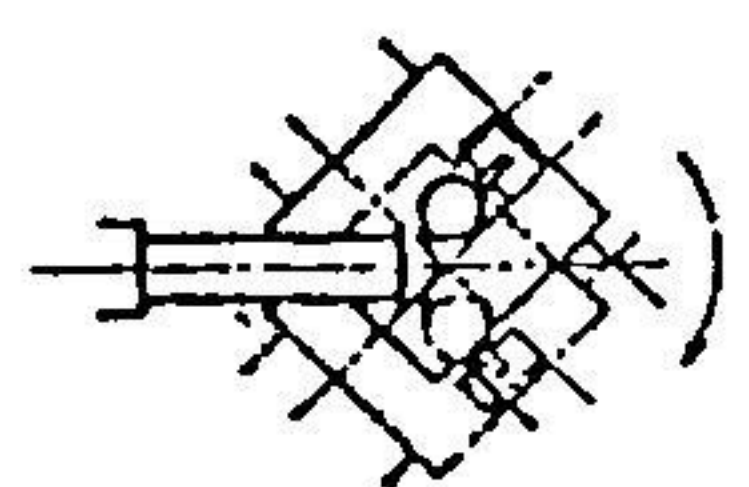
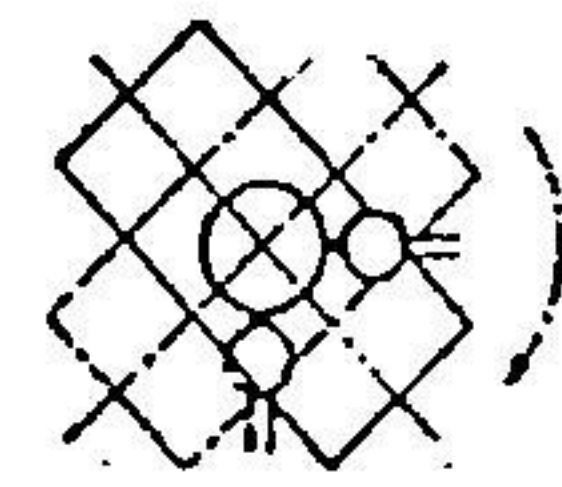
Persilangan sumbu A dan B ditunjukkan oleh jarak terpendek antara titik pada sumbu A (titik potong suatu sumbu A dengan suatu bidang yang tegak lurus satu sama lain) dengan proyeksi sumbu B pada bidang tersebut.

Metoda pengukuran dapat dilihat pada Tabel 9





Tabel 10 Metoda pengukuran persilangan sumbu

Obyek yang diuji	No.	Alat ukur	Metoda pengukuran	Gambar	Contoh khusus penerapan
Jarak antara dua garis yang harus berpotongan satu sama lain	15 – 11	Mandrel uji dan jam ukur (terpasang tetap pada meja)	Pengukuran dilakukan pada dua titik yang terletak pada sudut $90^\circ$ penyimpangan alah $0,7$ atau $\frac{(1)}{\sqrt{2}}$ dari selisih hasil ukur		Antara sumbu putar meja dan spindel mesin frais universal
	15 – 12	Pelat silindris dan jam ukur (terpasang tetap)	Pengukuran dilakukan pada dua titik yang terletak pada sudut $90^\circ$ penyimpangan alah $0,7$ atau $\frac{(1)}{\sqrt{2}}$ dari selisih hasil ukur		Antara sumbu Alur-T dan sumbu putar meja mesin frais universal



## Lampiran alat ukur untuk uji geometrik

### 1 Jam ukur

Kesalahan maksimum yang diperkenankan bagi jam ukur yang digunakan ialah 0,003 mm pada jenjang ukurannya.

### 2 Mandrel uji

- Penyimpangan kelurusan dan silindrisitas bagi mandrel uji yang digunakan ialah  $(0,01 + \frac{L}{2 \times 10^5})$  mm; L adalah panjang efektif bagian silindris mandrel uji.
- Keasaman sumbu bagian silindris dan bagian tirus mandrel uji ialah 0,004 mm.
- Diameter mandrel uji dipilih sedemikian hingga defleksi karena berat sendiri tidak menyebabkan timbulnya kesalahan ukur

### 3 Mistar pelurus dan balok siku

Penyimpangan kelurusan yang diperkenankan bagi mistar pelurus dan balok siku ialah  $(0,001 + \frac{L}{5 \times 10^5})$  mm ; L adalah panjang efektif. Mistar pelurus yang digunakan harus lebih panjang dari bagian yang diukur.

### 4 Kawat baja

Diameter maksimum kawat baja yang digunakan ialah 0,16 mm. Bila pada pengukuran difleksi yang disebabkan berat sendiri kawat diperkirakan akan menyebabkan kesalahan ukur, maka metoda pengukuran yang menggunakan kawat harus tidak dipakai

### 5 Mikrometer mikroskop

Kesalahan ukur yang diperkenankan bagi mikrometer pada mikroskop ialah 0,002 mm

### 6 Penyiku dan balok siku

Kesalahan kesikuan yang diperkenankan ialah  $(0,002 + \frac{L}{2 \times 10^5})$  ; panjang L adalah panjang yang diukur.

### 7 Pendatar

Pendatar yang digunakan ialah pendatar kelas 1 ISO

